PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

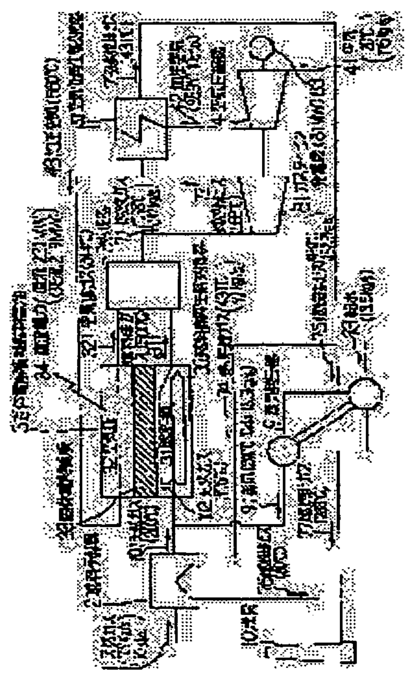
(11)Publication number : 08-045523
(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl. H01M 8/04
H01M 8/10

(21)Application number : 06-182228
(22)Date of filing : 03.08.1994

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD
(72)Inventor : YAMAUCHI YASUHIRO
OGATA HIROSHI
KUDOME OSAO

(54) FUEL CELL/GAS TURBINE COMBINED GENERATION SYSTEM



(57)Abstract:
PURPOSE: To improve the generating efficiency of a fuel cell/gas turbine combined generation system by combining a fuel cell, a combustor, a gas turbine, an air compressor, and an air side regeneration heat exchanger, to fulfill a specific function.
CONSTITUTION: In this fuel cell/gas turbine combined generator system, a fuel cell 3 to generate a power 34 by making pressured airs 42 and 43, and a fuel, react through a soild electrolyte membrane 33; a combustor 7 to burn a fuel exhaust gas 311 exhausted from the fuel cell 3, and the air gas 321, so as to produce a combustion gas 71; a gas turbine 81 to drive a generator 83 by using the combustion gas as the operation gas; an air compressor 4 to produce the pressured airs 42 and 43; and an air side regeneration heat exchanger 51 provided between the air compressor 4 and the fuel cell 3, and to heat the pressured airs 42 and 43 by the exhaust gas of the gas turbine 81; are provided. This combined generator system improves the generating efficiency of the gas turbine, the efficiency of its bottoming cycle is improved more than a conventional system even though the generation by a steam turbine used conventionally is not carried out, and the generation efficiency as the whole system can be improved.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	24.01.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	01.10.2002
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) 公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平8－45523

(43)公開日　平成８年(1996)２月16日

(51)Int.Cl.⁶		識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
Ｈ０１Ｍ	8/04	J			
		N			
	8/10		9444－4K		

審査請求　未請求　請求項の数２　ＯＬ　（全 ６ 頁）

(21)出願番号　特願平6－182228

(22)出願日　平成６年(1994)８月３日

(71)出願人　000006208
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目５番１号

(72)発明者　山内　康弘
長崎市深堀町５丁目717番１号　三菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者　緒方　寛
長崎市深堀町５丁目717番１号　三菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者　久留　長生
長崎市飽の浦町１番１号　三菱重工業株式会社長崎造船所内

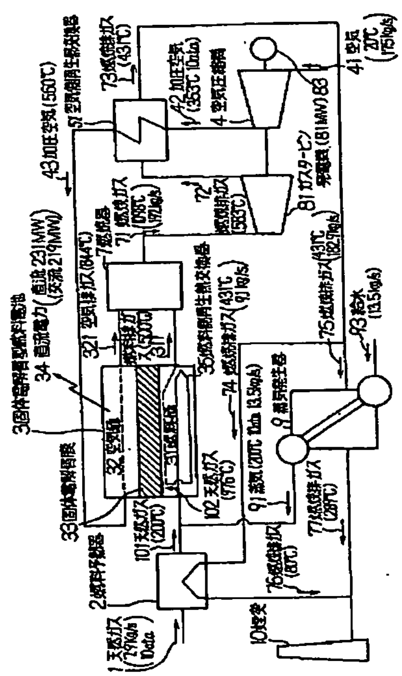
(74)代理人　弁理士　坂間　暁　（外１名）

(54)【発明の名称】　燃料電池／ガスタービン複合発電システム

(57)【要約】　（修正有）

【目的】固体電解質型燃料電池と発電機を駆動するガスタービンとを組合せて発電を行い、発電効率を向上させる。

【構成】加圧空気４２，４３と燃料とを固体電解質膜３３を介して反応させ電力３４を発生する燃料電池３と、それから排出される燃料排ガス３１１および空気排ガス３２１を燃焼させ燃焼ガス７１を生成する燃焼器７と、前記燃焼ガス７１を作動ガスとして発電機８３を駆動するガスタービン８１と、前記加圧空気４２，４３を生成する空気圧縮機４と、それと前記燃料電池３との間に介装され前記ガスタービン８１の排気で前記加圧空気４２，４３を加熱する空気側再熱交換器５１とを具えた燃料電池／ガスタービン複合発電システム。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　加圧空気と燃料とを固体電解質膜を介して反応させ電力を発生する燃料電池と、前記燃料電池から排出される燃料排ガスおよび空気排ガスを燃焼させ燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスを作動ガスとして発電機を駆動するガスタービンと、前記加圧空気を生成する空気圧縮機と、前記空気圧縮機と前記燃料電池との間に介装され前記ガスタービンの排気で前記加圧空気を加熱する空気側再生熱交換器とを具えたことを特徴とする燃料電池／ガスタービン複合発電システム。

【請求項２】　前記燃料電池に設置され、供給される前記燃料を前記燃料排ガスで加熱する燃料側再生熱交換器を具えたことを特徴とする請求項１の燃料電池／ガスタービン複合発電システム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、固体電解質型燃料電池と発電機を駆動するガスタービンとを組合せて発電を行い、発電効率を向上させた燃料電池／ガスタービン複合発電システムに関する。

【０００２】

【従来の技術】固体電解質型燃料電池は、８００から１０００℃の温度で作動するセラミックスで構成された燃料電池である。このような、固体電解質型燃料電池（以下単に燃料電池という）は作動温度が高いため、燃料電池から排出される空気排ガス、および燃料排ガス温度は高温となり、これらの排ガス熱をガスタービン、蒸気タービンなどのボトミングサイクルで回収して発電することによって、高い発電効率が得られる利点を有するものである。

【０００３】また、これらの燃料電池では、燃料極にニッケルを用いることにより、燃料として直接メタンなどの炭化水素と水蒸気を供給することで、燃料電池の内部で水蒸気改質反応を起こして水素、一酸化炭素を発生させ、これを燃料として用いるようにした、いわゆる内部改質を行うことも可能である。改質反応は吸熱反応であるために、燃料電池で発生した熱を吸熱して、燃料の発熱量を増加させることができるので、これによっても発電効率を向上させることができる。

【０００４】図２は、天然ガスを燃料電池の燃料として使用し、燃料電池から排出される高温の排ガスの熱をガスタービン、蒸気タービンからなるボトミングサイクルで回収し、高い発電効率が得られるようにした、従来の燃料電池、ガスタービン、および蒸気タービンからなる、複合発電システムの一例を示すブロック図である。同図において、圧力１０ata の燃料としての天然ガス０１は、後述する燃焼排ガス０７５により、燃料予熱器０２で２００℃まで予熱された後、天然ガス０１の炭素原子等量の１．５～３．０倍のモル数の蒸気０９４１と混合され、燃料電池０３の燃料極０３１側へ供給される。

【０００５】また、外部から取り入れられた空気０４１は、後述する高圧ガスタービン０８１、および低圧タービン０８２で駆動される空気圧縮機０４で、１０ata の加圧空気０４２にされた後、一次空気予熱器０５で、高圧タービン０８１を出た燃焼ガス０７２により、５００℃まで加熱された後、２次空気予熱器０６で、燃料電池０３からの燃料排ガス０３１１および空気排ガス０３２１と、さらに熱交換して、９００℃の加圧空気０４４となり、燃料電池０３の空気極０３２側へ供給される。

【０００６】燃料極０３１側へ供給された天然ガス０１は、燃料電池０３の燃料極０３１側に含まれるニッケルを触媒として、水蒸気０９４１と反応して、水素と一酸化炭素となる。これらの燃料と加圧空気０４４中の酸素が、燃料電池０３の固体電解質膜０３３を介して反応し、直流電力０３４を発生させる。また、燃料電池０３に供給された、天然ガス０１、および加圧空気０４４のすべては燃料電池０３で消費されず、供給された天然ガス０１の１５％から２０％に相当する燃料排ガス０３１１、および燃料電池０３で消費されず、燃料電池０３から排出される空気排ガス３２１は、前述の通り２次空気予熱器０６による加圧空気０４３の加熱に使用された後、燃焼器０７に導入され、ここで燃焼される。

【０００７】燃焼後９４７度になった燃焼ガス０７１で、高圧ガスタービン０８１と低圧ガスタービン０８２を作動させ、前述の空気圧縮機０４を駆動するとともに、発電機０８３を駆動して発電を行う。また、高圧ガスタービン０８１を出た燃焼ガス０７２は一次空気予熱器０５に導入され、前述の通り加圧空気０４２を予熱した後、低圧ガスタービン０８２に導入され、低圧ガスタービン０８２を作動させた燃焼排ガス０７４の一部０７５が、前述の燃料予熱器０２の加熱に用いられ、残り０７６は排ガスボイラー０９で蒸気を発生させる。

【０００８】排ガスボイラー０９で発生した蒸気０９４は、１部０９４１が、前述した天然ガス０１に混合され、内部改質用蒸気として用いられ、残りの蒸気０９４２は蒸気タービン０９１を作動させ、発電機０９２を駆動して発電を行う。蒸気タービン０９１を作動させた排気０９４３は復水器０９３で復水する。復水器０９３を出た復水０９４４は、外部から補給される給水０９４５と共に排ガスボイラー０９に供給される。また、排ガスボイラー０９から出た燃焼排ガス０７８は、燃料予熱器０１からの燃焼排ガス０７７と混合した後、煙突０１０から大気へ放出される。この複合発電システムの発電効率は６５％で、出力の内訳は固体電解質型燃料電池７９％、ガスタービン１９％、蒸気タービン２％である。

【０００９】しかし、このような燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンを複合した発電システムでは、次のような不具合がある。

【００１０】（１）蒸気タービンの蒸気温度が低く、発電効率が低いため、復水器からの排熱が多い。

【００１１】（２）機器の数が多くコスト増加になる。

【００１２】（３）蒸気タービンの容量に制限があり、小容量では蒸気タービンをつけることができず、その分、発電効率が悪くなる。

【００１３】（４）固体電解質型燃料電池の燃料入り口温度と、出口温度の差が大きく、燃料電池に大きな温度勾配が発生する。

【００１４】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した従来の燃料電池を含む複合発電システムの不具合を解消するため、再生熱交換器の温度効率向上によって、ガスタービンにおける発電量を増加させて、上述従来発電システムの不具合の要因となっている、蒸気タービンのシステムへの採用を止めても、発電システム全体としての発電効率を損うことのない、燃料電池／ガスタービン複合発電システムを提供することを課題とする。

【００１５】また、本発明は、燃料電池に大きな温度勾配を発生させることのない、燃料電池／ガスタービン複合発電システムを提供することを課題とする。

【００１６】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムは、次の手段とした。

【００１７】（１）固体電解質膜の両側に加圧空気と燃料とを供給し、加圧空気中の酸素イオンを固体電解質膜中に通過させ、固体電解質膜の反対側に供給された燃料と反応させて電力を発生できる、燃料電池を設けた。

【００１８】（２）燃料電池に供給された圧縮空気、および燃料のうち、燃料電池で消費されず燃料電池から排出される空気排ガス、および燃料排ガスを燃焼させて燃焼ガスを発生する燃焼器を設けた。

【００１９】（３）燃焼ガスで作動し、発電機を駆動させて発電を行うガスタービンを設けた。

【００２０】（４）外部から導入し、燃料電池に供給する加圧空気を生成する空気圧縮機を設けた。

【００２１】（５）空気圧縮機から吐出される加圧空気を、ガスタービンを作動させた燃焼排ガスで加熱する空気側再生熱交換器を設けた。

【００２２】また、他の本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムは、上記手段に加え、次の手段とした。

【００２３】（６）燃料電池に供給される燃料を、燃料電池内での発電時に生じる熱によって加熱された燃料排ガスで、発電時の作動温度近くまで加熱する燃料側再生熱交換器を設けた。

【００２４】

【作用】本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムは、上述の（１）～（５）の手段により、

（１）空気側再生熱交換器は温度効率を向上させて熱回収を行うので、ガスタービンの発電効率が向上する。これにより、従来使用されている蒸気タービンによる発電を行わなくても、ボトミングサイクルの効率は従来システムに比べ向上し、システム全体としての発電効率を向上させることができる。

【００２５】また、他の本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムは、（１）に加え、上述（６）の手段により、

（２）燃料側再生熱交換器の採用により、燃料電池に供給される燃料を予熱でき、高温にすることができるので燃料電池内の温度勾配を緩和できる。

【００２６】

【実施例】以下、本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムを、図面にもとずき説明する。図１は、本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムの一実施例を示すブロック図である。

【００２７】図に示すように、貯蔵タンクより供給された、圧力１０ata の天然ガス等の燃料１は燃料予熱器２で、空気側再生熱交換器５１を出た燃焼排ガス７３により２００度まで予熱された燃料１０１となり、燃料１の炭素原子等量の１．５から３倍のモル数の蒸気発生器９から供給される蒸気９１と混合された後、燃料電池３の燃料極３１側へ供給される。この燃料１０１は、燃料電池３内に設けられた燃料側再生熱交換器３５で、燃料電池３内の発電時、すなわち、後述する空気極３２へ供給された加圧空気４３中の酸素イオンO^{2-}が、固体電解質膜３３を通過して燃料極３１に移動し、改質された燃料と反応して発電を行うときに発生する作動温度で１０００℃にまで加熱され、しかも燃料電池３内で消費されず残った燃料、すなわち燃料排ガス３１１によって、９７６℃まで加熱された燃料１０２となり、燃料極３１へ供給される。また、この燃料側再生熱交換器３５における加熱側の燃料排ガス３１１は５００度まで冷却される。また、燃料極３１へ供給された燃料１０２は、燃料電池３の燃料極３１に含まれるニッケルを触媒として、水蒸気と反応して水素と一酸化炭素に改質された燃料となる。

【００２８】一方、外気から取り入れられた空気４１は、後述するガスタービン８１で駆動される空気圧縮機４で１０ata に圧縮され、加圧空気４２となり、温度効率９０％の、ガスタービン８１からの燃焼排ガス７２を熱源とする、空気側再生熱交換器５１で５６０℃まで加熱された加圧空気４３となり、燃料電池３の空気極３２へ供給される。

【００２９】空気極３２へ供給された加圧空気４３中の酸素は、前述したように空気極３２で電子を奪われ、酸素イオンO^{2-}となり、固体電解質膜３３を通過して、燃料極３１へ移動し、燃料極３１へ供給され、水素と一酸化炭素に改質された燃料と反応し酸化物を生成するとともに、電子を放出する発電を行い直流電力３４を発生させる。しかし、燃料極３１へ供給された燃料は、すべて

燃料電池３で消費されず、１５％～２０％の燃料は、前述したように燃料排ガス３１１となり、燃料側再生熱交換器３５で燃料１０２を加熱した後、５００℃まで冷却されて燃焼器７へ流入する。

【００３０】また、空気極３２へ供給された加圧空気４３も、すべては燃料電池３で消費されず空気排ガス３２１となり燃焼器７へ流入する。燃焼器７へ流入した空気排ガス３２１は、燃料電池３内の発電時の作動温度で８４４℃まで加熱されており、燃焼器７へ流入した燃料排ガス３１１を燃焼させ、１０９８℃の燃焼ガス７１を発生させる。燃焼器７を出た燃焼ガス７１はガスタービン８１に流入し、ガスタービン８１を作動させる。カズタービン８１は、前述した空気圧縮機４に軸結しており、空気圧縮機４を前述の通り駆動するとともに、発電機８３とも軸結しており発電機８３を駆動し発電を行う。

【００３１】また、ガスタービン８１を作動させた燃焼排ガス７２は、空気側再生熱交換器５１に流入し、ここで、前述したように、空気圧縮機４から吐出された加圧空気４２を加熱した後、燃焼排ガス７３の一部の燃焼排ガス７４は燃料予熱器２で、前述の通り燃料１の予熱に用いられ、低温の燃焼排ガス７５となって燃料予熱器２から流出する。さらに、残りの燃焼排ガス７５は、蒸気発生器９へ流入し、給水９３を加熱し蒸気９１を発生さ＊＊せる。蒸気９１を発生させた燃焼排ガス７６は、前記燃料予熱器２からの燃焼排ガス７５と混合した後、煙突２１から大気へ放出される。また、蒸気発生器９で発生させた蒸気９１は前述の通り、予熱された燃料１０１に混合されて、燃料極３１における燃料改質に使用される。

【００３２】以上、本発明の一実施例について述べたが、本実施例における発電効率は７０％で、出力の内訳は、ＳＯＦＣ７３％、ガスタービン２７％である。この発電効率は、前述した従来の発電システムのものに比較し、５％向上している。すなわち、従来の発電システムに使用されている蒸気タービンを廃止することにより、また、コンデンサーからの熱損失が無くなり、燃焼排ガス７６によって、大気へ放出される熱損失は増えるが、空気側再生熱交換器５１の温度効率の向上で回収熱が増加し、ガスタービン８１による発電量が増加するので、大気に放出されることによる熱損失の増加にも拘わらず、発電効率は前述の通り向上している。即ち、再生ガスタービンサイクルのみを、燃料電池のボトミングサイクルとすることで、ボトミングサイクル効率が、従来システムより上昇する。

【００３３】このことは、次に示すボトミングサイクルの入熱、出力、サイクル効率から明らかである。

システム	入熱	出力	ボトミングサイクル効率
従来システム	60939kcal/s	15311kcal/s	25.1%
本実施例システム	59071kcal/s	19378kcal/s	32.8%

また、本実施例によれば、燃料側再生熱交換器３５により、燃料１０１は加熱されて、燃料電池３の作動温度に近い９７６℃で燃料電池３に流入するので、燃料電池３に大きな温度勾配が発生することもなく、燃料電池３を長寿命化できる。

【００３４】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムによれば、特許請求の範囲に示す構成により、空気側再生熱交換器の温度効率を向上させて熱回収できるので、ガスタービンの発電効率が向上する。これにより、従来使用されている蒸気タービンによる発電を行わなくても、ボトミングサイクルの効率は従来システムに比べ向上し、システム全体としての発電効率を向上させることができる。

【００３５】しかも、蒸気タービン使用による種々の不具合が解消し、機器の数の少い、またコストの低い、発電システムとすることができる。

【００３６】また、燃料側再生熱交換器の採用により、燃料電池に供給される燃料を作動温度近くまで予熱でき、高温にすることができるので、燃料電池内の温度勾配を緩和でき、これに付随する種々の不具合を解消できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の燃料電池／ガスタービン複合発電システムの一実施例を示すブロック図、

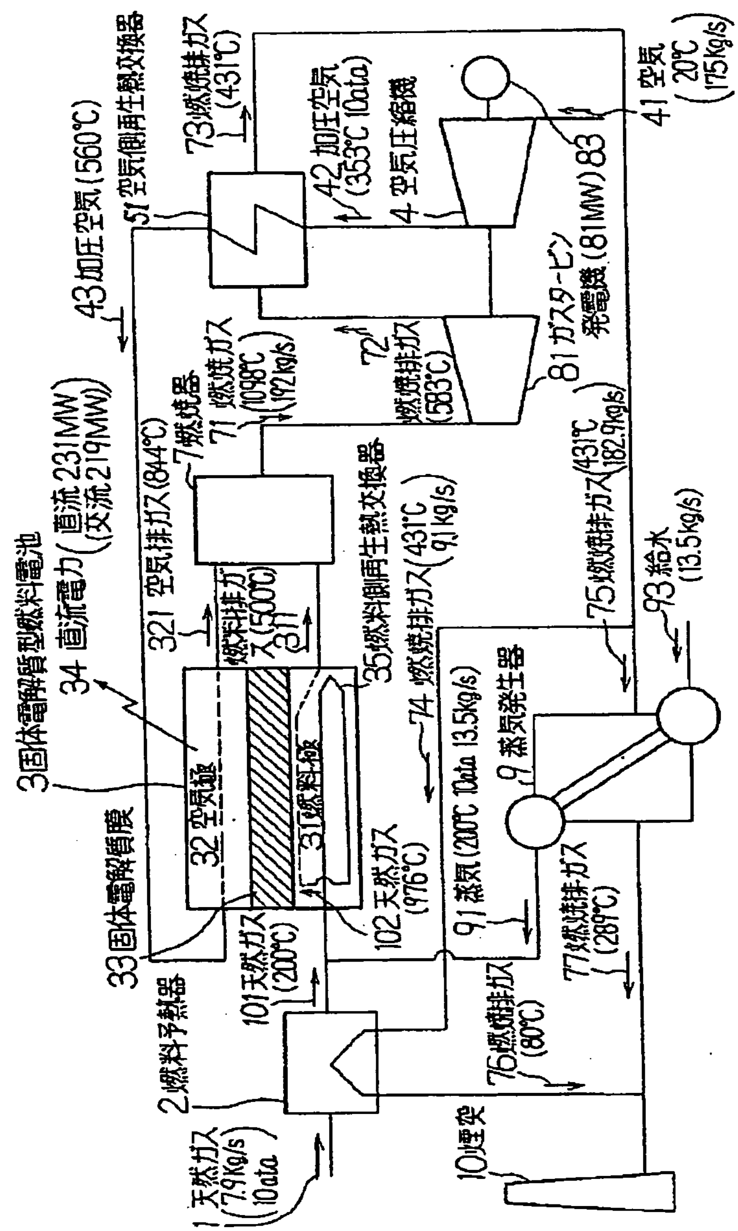
【図２】従来の固体電解質型燃料電池複合発電システムの一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

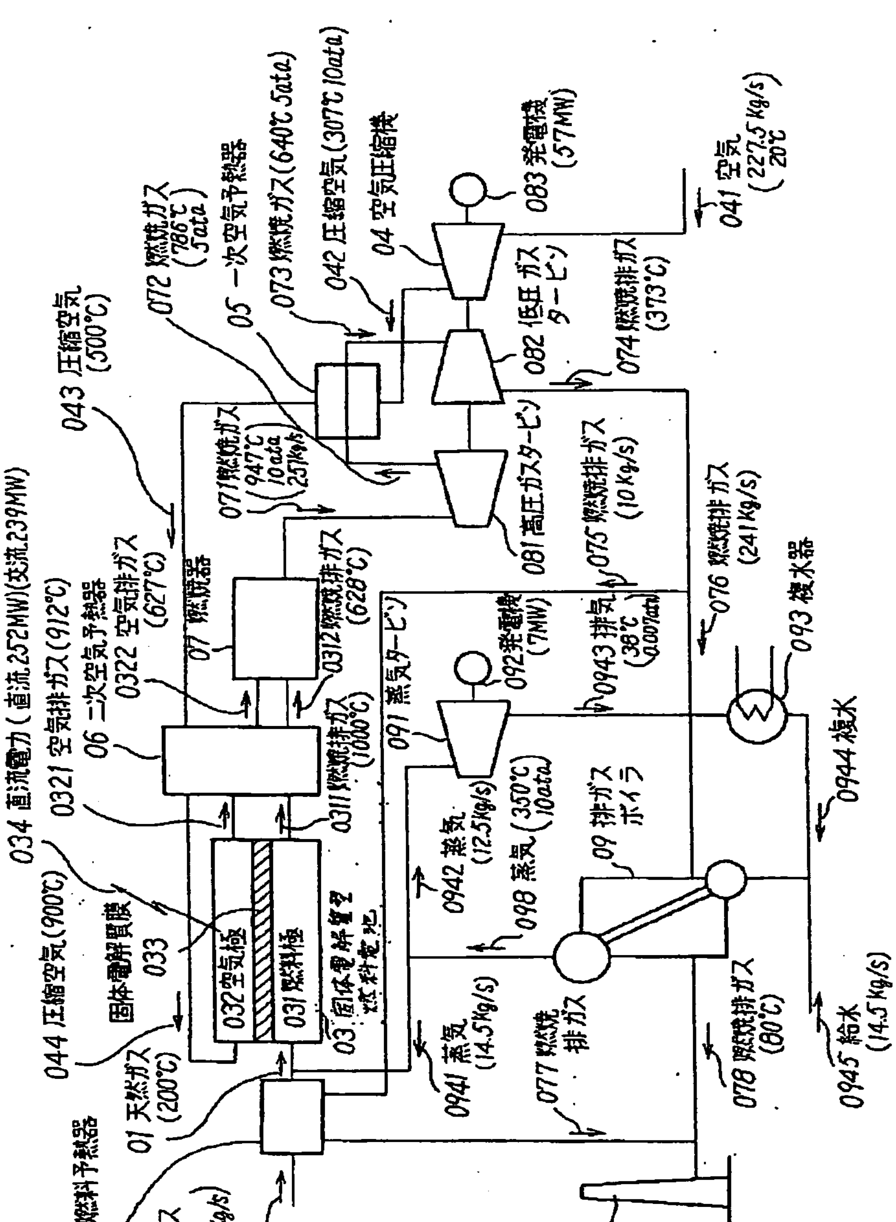
１，１０１，１０２	燃料としての天然ガス
2	燃料予熱器
3	（固体電解質型）燃料電池
３１	燃料極
３２	空気極
３３	固体電解質膜
３４	直流電力
３５	燃料側再生熱交換器
３１１	燃料排ガス
３２１	空気排ガス
4	空気圧縮機
４１	空気
４２，４３	加圧空気
５１	空気側再生熱交換器
7	燃焼器
７１	燃焼ガス
７２～７７	燃焼排ガス
８１	ガスタービン
８３	発電機
9	蒸気発生器

９１	蒸気	＊１０	煙突
９３	給水	＊	

【図１】



【図２】


01 天然ガス (10ata 8.45Kg/s)
02 燃料予熱器
01 天然ガス (200℃)
044 圧縮空気 (900℃)
固体電解質膜
033
034 直流電力 (直流252MW)(交流239MW)
0321 空気排ガス (912℃)
06 二次空気予熱器
0322 空気排ガス (627℃)
07 燃焼器
0312 燃焼排ガス (628℃)
0311 燃焼排ガス (1000℃)
032 空気極
031 燃料極
03 固体電解質型燃料電池
043 圧縮空気 (500℃)
071 燃焼ガス (947℃ 10ata 25Kg/s)
072 燃焼ガス (786℃ 5ata)
05 一次空気予熱器
073 燃焼ガス (640℃ 5ata)
042 圧縮空気 (307℃ 10ata)
04 空気圧縮機
083 発電機 (57MW)
041 空気 (227.5 Kg/s 20℃)
082 低圧ガスタービン
081 高圧ガスタービン
074 燃焼排ガス (373℃)
075 燃焼排ガス (10Kg/s)
076 燃焼排ガス (241Kg/s)
093 復水器
091 蒸気タービン
092 発電機 (7MW)
0943 排気 (38℃ 0.007ata)
0944 復水
0942 蒸気 (12.5Kg/s)
蒸気 (350℃ 10ata)
09 排ガスボイラ
098 蒸気
0941 蒸気 (14.5Kg/s)
077 燃焼排ガス
078 燃焼排ガス (80℃)
0945 給水 (14.5Kg/s)
010 煙突

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

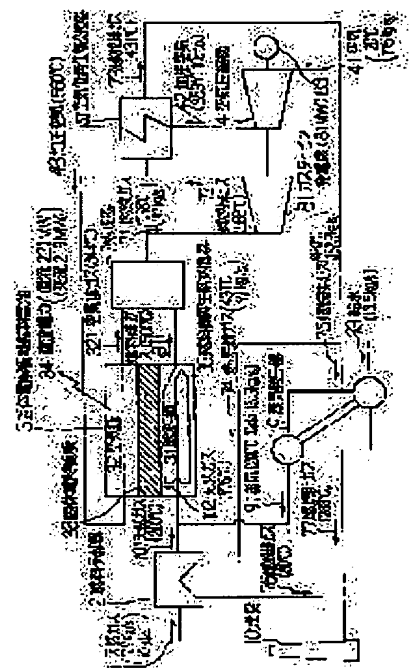
(11)Publication number : 08-045523
(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.	H01M 8/04 H01M 8/10

(21)Application number :	06-182228	(71)Applicant :	MITSUBISHI HEAVY IND LTD
(22)Date of filing :	03.08.1994	(72)Inventor :	YAMAUCHI YASUHIRO OGATA HIROSHI KUDOME OSAO

(54) FUEL CELL/GAS TURBINE COMBINED GENERATION SYSTEM

(57)Abstract:
PURPOSE: To improve the generating efficiency of a fuel cell/gas turbine combined generation system by combining a fuel cell, a combustor, a gas turbine, an air compressor, and an air side regeneration heat exchanger, to fulfill a specific function.
CONSTITUTION: In this fuel cell/gas turbine combined generator system, a fuel cell 3 to generate a power 34 by making pressured airs 42 and 43, and a fuel, react through a soild electrolyte membrane 33; a combustor 7 to burn a fuel exhaust gas 311 exhausted from the fuel cell 3, and the air gas 321, so as to produce a combustion gas 71; a gas turbine 81 to drive a generator 83 by using the combustion gas as the operation gas; an air compressor 4 to produce the pressured airs 42 and 43; and an air side regeneration heat exchanger 51 provided between the air compressor 4 and the fuel cell 3, and to heat the pressured airs 42 and 43 by the exhaust gas of the gas turbine 81; are provided. This combined generator system improves the generating efficiency of the gas turbine, the efficiency of its bottoming cycle is improved more than a conventional system even though the generation by a steam turbine used conventionally is not carried out, and the generation efficiency as the whole system can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	24.01.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	01.10.2002
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] The fuel cell which application-of-pressure air and a fuel are made to react through a solid-electrolyte membrane, and generates power, The combustor which the fuel exhaust gas and air exhaust gas which are discharged from said fuel cell are burned, and generates combustion gas, The gas turbine which drives a generator by making said combustion gas into working medium, and the air compressor which generates said application-of-pressure air, The fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system characterized by having the air side regenerated heat exchanger which is infixed between said air compressors and said fuel cells, and heats said application-of-pressure air with exhaust air of said gas turbine.
[Claim 2] The fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of claim 1 characterized by having the fuel side regenerated heat exchanger which is installed in said fuel cell and heats said fuel supplied with said fuel exhaust gas.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Industrial Application] This invention generates electricity combining a solid oxide fuel cell and the gas turbine which drives a generator, and relates to the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system which raised generation efficiency.
[0002]
[Description of the Prior Art] A solid oxide fuel cell is a fuel cell which consisted of ceramics which operates at the temperature of 800 to 1000 degrees C. It has the advantage from which high generation efficiency is acquired by such air exhaust gas discharged from a fuel cell since operating temperature of a solid oxide fuel cell (only henceforth a fuel cell) is high, and fuel exhaust gas temperature serving as an elevated temperature, and collecting and generating these exhaust gas heat in bottoming cycles, such as a gas turbine and a steam turbine.
[0003] Moreover, it is also possible by using nickel for a fuel electrode in these fuel cells to perform the so-called internal refining which causes a steam-reforming reaction inside a fuel cell, is made to generate hydrogen and a carbon monoxide, and used this as a fuel by supplying a hydrocarbon and steams, such as direct methane, as a fuel. Since a refining reaction is endothermic reaction, can carry out endoergic [of the heat generated with the fuel cell] and can make the calorific value of a fuel increase, it can raise generation efficiency also by this.
[0004] Drawing 2 is a block diagram which consists of the conventional fuel cell and gas turbine from which natural gas is used as a fuel of a fuel cell, the heat of the hot exhaust gas discharged from a fuel cell is collected from in the bottoming cycle which consists of a gas turbine and a steam turbine, and high generation efficiency was acquired, and a steam turbine and in which showing an example of a combined cycle power generation system. It sets to this drawing and is pressure 10ata. After the combustion gas 075 mentioned later preheats the natural gas 01 as a fuel to 200 degrees C with the fuel preheater 02, it is mixed with the steam 0941 1.5 to 3.0 times the number of mols of carbon atom equivalent weight of natural gas 01, and it is supplied to the fuel electrode 031 side of a fuel cell 03 by it.
[0005] Moreover, the air 041 adopted from the outside With the air compressor 04 driven by the high-pressure gas turbine 081 mentioned later and the low pressure turbine 082 10ata(s) After being made the application-of-pressure air 042, with the primary-air preheater 05 After being heated to 500 degrees C by the combustion gas 072 which came out of the high pressure turbine 081, with the secondary air preheater 06 Heat exchange is further carried out to the fuel exhaust gas 0311 from a fuel cell 03, and air exhaust gas 0321, it becomes the 900-degree C application-of-pressure air 044, and the air pole 032 side of a fuel cell 03 is supplied.
[0006] The natural gas 01 supplied to the fuel electrode 031 side reacts with a steam 0941 by making into a catalyst the nickel contained in the fuel electrode 031 side of a fuel cell 03, and serves as hydrogen and a carbon monoxide. The oxygen in such fuels and application-of-pressure air 044 reacts through the solid-electrolyte membrane 033 of a fuel cell 03, and direct current power 034 is generated. Moreover, the natural gas 01 supplied to the fuel cell 03 and all the application-of-pressure air 044 are not consumed with a fuel cell 03. The air exhaust gas 321 which is not consumed with the fuel exhaust gas 0311 which corresponds to 20% from 15% of the supplied natural gas 01, and a fuel cell 03, but is discharged from a fuel cell 03 After being used for heating of the application-of-pressure air 043 by the secondary air preheater 06 as above-mentioned, it is introduced into a combustor 07 and burns here.
[0007] While operating the high-pressure gas turbine 081 and the low voltage gas turbine 082 and driving the

above-mentioned air compressor 04 with the combustion gas 071 which became 947 degrees after combustion, it generates electricity by driving a generator 083. Moreover, after introducing into the primary-air preheater 05 the combustion gas 072 which came out of the high-pressure gas turbine 081 and preheating the application-of-pressure air 042 as above-mentioned, it is introduced into the low voltage gas turbine 082, and a part of combustion gas 074 075 which operated the low voltage gas turbine 082 is used for heating of the above-mentioned fuel preheater 02, and remainder 076 generates a steam with an exhaust gas boiler 09.
[0008] The natural gas 01 with which the one section 0941 mentioned above the steam 094 generated with the exhaust gas boiler 09 is mixed, and it is used as a steam for internal refining, and the remaining steams 0942 operate a steam turbine 091, and generate electricity by driving a generator 092. The exhaust air 0943 which operated the steam turbine 091 is condensed with a condenser 093. The condensation 0944 which came out of the condenser 093 is supplied to an exhaust gas boiler 09 with the feed water 0945 supplied from the outside. Moreover, the combustion gas 078 which came out of the exhaust gas boiler 09 is emitted to atmospheric air from a chimney stack 010, after mixing with the combustion gas 077 from the fuel preheater 01. The generation efficiency of this combined cycle power generation system is 65%, and the breakdown of an output is 2% of steam turbines 79% of solid oxide fuel cells, and gas turbine 19%.
[0009] However, there are the following nonconformities in the generation-of-electrical-energy system which compounded such a fuel cell, the gas turbine, and the steam turbine.
[0010] (1) The steam temperature of a steam turbine is low, and since generation efficiency is low, there is much exhaust heat from a condenser.
[0011] (2) Many number of devices becomes the increment in cost.
[0012] (3) The capacity of a steam turbine has a limit, by small capacity, a steam turbine cannot be attached but the part and generation efficiency worsen.
[0013] (4) The difference of the fuel inlet temperature of a solid oxide fuel cell and outlet temperature is large, and a big temperature gradient occurs in a fuel cell.
[0014]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] Even if this invention stops the adoption to the system of a steam turbine which is made to increase the amount of generations of electrical energy in a gas turbine, and causes nonconformity of a generation-of-electrical-energy system conventionally [above-mentioned] by improvement in temperature efficiency of a regenerated heat exchanger in order to cancel the nonconformity of the combined cycle power generation system containing the conventional fuel cell mentioned above, it makes it a technical problem to offer the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system which does not spoil the generation efficiency as the whole generation-of-electrical-energy system.
[0015] Moreover, this invention makes it a technical problem to offer the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system which does not make a fuel cell generate a big temperature gradient.
[0016]
[Means for Solving the Problem] For this reason, the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of this invention were made into the following means.
[0017] (1) The fuel cell which supplies application-of-pressure air and a fuel to the both sides of a solid-electrolyte membrane, is made to pass the oxygen ion in application-of-pressure air in a solid-electrolyte membrane, is made to react with the fuel supplied to the opposite hand of a solid-electrolyte membrane, and can generate power was formed.
[0018] (2) The combustor which the air exhaust gas which is not consumed with a fuel cell among the compressed air supplied to the fuel cell and a fuel, but is discharged from a fuel cell, and fuel exhaust gas are burned, and generates combustion gas was prepared.
[0019] (3) It operated with combustion gas and the gas turbine which generates electricity by making a generator drive was prepared.
[0020] (4) It introduced from the outside and the air compressor which generates the application-of-pressure air supplied to a fuel cell was formed.
[0021] (5) The air side regenerated heat exchanger which heats the application-of-pressure air breathed out from an air compressor with the combustion gas which operated the gas turbine was prepared.
[0022] Moreover, in addition to the above-mentioned means, the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of other this inventions were made into the following means.

[0023] (6) The fuel side regenerated heat exchanger which heats the fuel supplied to a fuel cell to near the operating temperature at the time of a generation of electrical energy with the fuel exhaust gas heated by the heat produced at the time of a generation of electrical energy within a fuel cell was prepared.

[0024]

[Function] Since the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of this invention raise temperature efficiency as for (1) air side regenerated heat exchanger and performs heat recovery with the means of above-mentioned (1) - (5), its generation efficiency of a gas turbine improves. Even if this does not perform the generation of electrical energy by the steam turbine currently used conventionally, the effectiveness of a bottoming cycle can improve compared with a system conventionally, and can raise the generation efficiency as the whole system.

[0025] Moreover, in addition to (1), the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of other this inventions can preheat the fuel supplied to a fuel cell by adoption of (2) fuel side regenerated heat exchanger with the above-mentioned (6) means, and since it can be made an elevated temperature, it can ease the temperature gradient in a fuel cell.

[0026]

[Example] the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of the following and this invention -- a drawing -- a basis -- **** explanation is given. Drawing 1 is the block diagram showing one example of the fuel cell / gas turbine combined cycle power generation system of this invention.

[0027] Pressure 10ata supplied from the storage tank as shown in drawing It is the fuel preheater 2, the fuels 1, such as natural gas, turn into the fuel 101 which the combustion gas 73 which came out of the air side regenerated heat exchanger 51 preheated to 200 degrees, and after being mixed with the steam 91 supplied from the steam generator [of a fuel 1] 9 of carbon atom equivalent weight of one 1.5 to 3 times the number of mols of this, they are supplied to the fuel electrode 31 side of a fuel cell 3. This fuel 101 is the fuel side regenerated heat exchanger 35 prepared in the fuel cell 3. Oxygen ion O2- under time 43 of the generation of electrical energy in a fuel cell 3, i.e., the application-of-pressure air supplied to the air pole 32 mentioned later Pass a solid-electrolyte membrane 33, and move to a fuel electrode 31 and it is heated by even 1000 degrees C with the operating temperature generated when generating electricity by reacting with the fuel by which refining was carried out. And it becomes the fuel 102 heated to 976 degrees C, and a fuel electrode 31 is supplied with the fuel 311 which was not consumed within the fuel cell 3 but remained, i.e., fuel exhaust gas. Moreover, the fuel exhaust gas 311 by the side of heating in this fuel side regenerated heat exchanger 35 is cooled to 500 degrees. Moreover, the fuel 102 supplied to the fuel electrode 31 turns into a fuel by which reacted with the steam and refining was carried out to hydrogen and a carbon monoxide by making into a catalyst the nickel contained in the fuel electrode 31 of a fuel cell 3.

[0028] On the other hand, the air 41 adopted from the open air is 10ata(s) with the air compressor 4 driven by the gas turbine 81 mentioned later. It is compressed, becomes the application-of-pressure air 42, and becomes the application-of-pressure air 43 which makes a heat source the combustion gas 72 from the gas turbine 81 of 90% of temperature efficiency and which was heated to 560 degrees C by the air side regenerated heat exchanger 51, and the air pole 32 of a fuel cell 3 is supplied.

[0029] It performs the generation of electrical energy which emits an electron, and generates direct current power 34 while an electron is taken by the air pole 32 as mentioned above, and the oxygen in the application-of-pressure air 43 supplied to the air pole 32 becomes oxygen ion O2-, passes a solid-electrolyte membrane 33, moves to a fuel electrode 31, is supplied to a fuel electrode 31, reacts with the fuel by which refining was carried out to hydrogen and a carbon monoxide and generates an oxide. However, all the fuels supplied to the fuel electrode 31 are not consumed with a fuel cell 3, but after 15% - 20% of fuel serves as fuel exhaust gas 311 as mentioned above, and it heats a fuel 102 by the fuel side regenerated heat exchanger 35, it is cooled to 500 degrees C and it flows into a combustor 7.

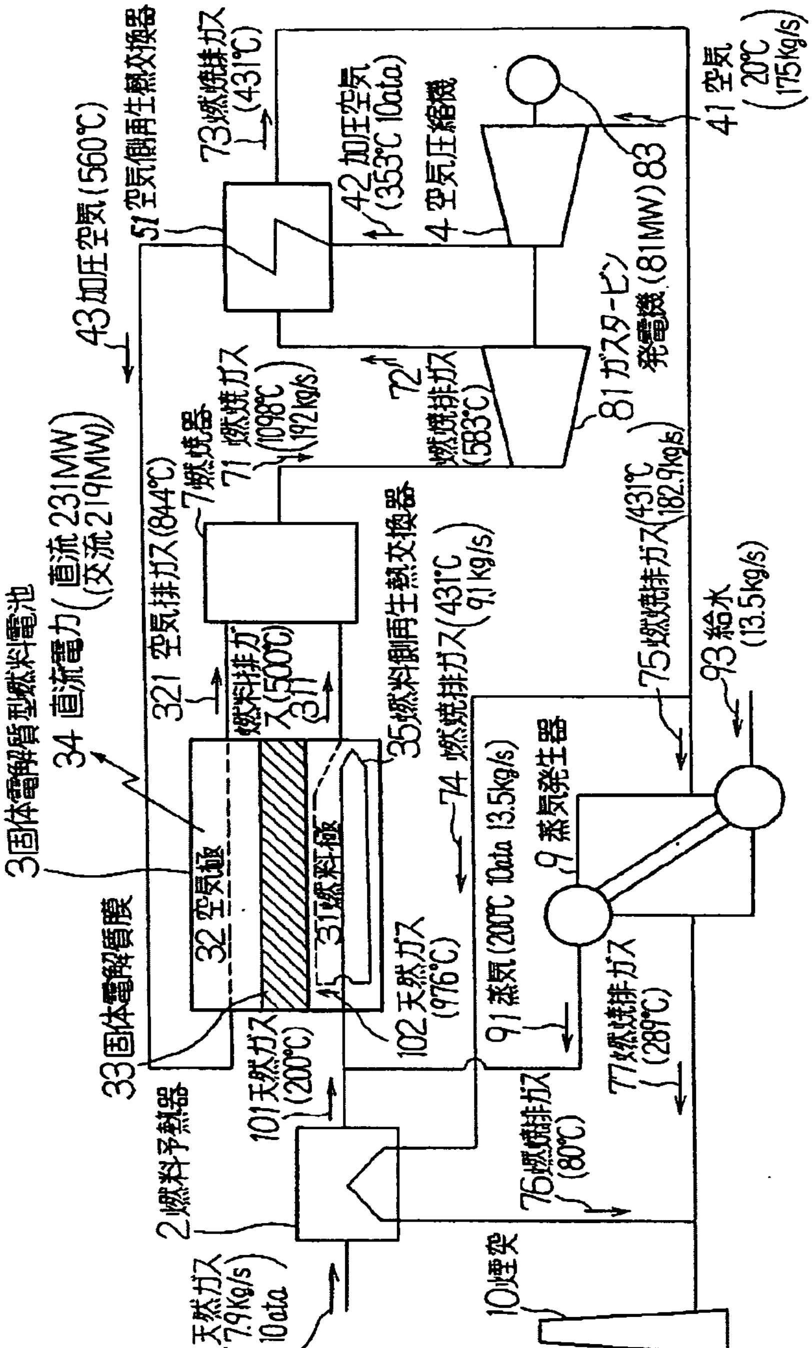
[0030] Moreover, the application-of-pressure air 43 supplied to the air pole 32 is not consumed with a fuel cell 3, either, but all serve as air exhaust gas 321, and flow into a combustor 7. The air exhaust gas 321 which flowed into the combustor 7 is heated to 844 degrees C with the operating temperature at the time of the generation of electrical energy in a fuel cell 3, burns the fuel exhaust gas 311 which flowed into the combustor 7, and generates 1098-degree C combustion gas 71. The combustion gas 71 which came out of the combustor 7 flows into a gas turbine 81, and operates a gas turbine 81. KAZUTABIN 81 generates electricity by ****(ing)

the generator 83 and driving a generator 83 while it is ****(ed) to the air compressor 4 mentioned above and drives an air compressor 4 as above-mentioned.
[0031] Moreover, the combustion gas 72 which operated the gas turbine 81 flows into the air side regenerated heat exchanger 51, and as mentioned above, after heating the application-of-pressure air 42 breathed out from the air compressor 4, it is the fuel preheater 2, and some combustion gases 74 of a combustion gas 73 are used for the preheating of a fuel 1 as above-mentioned, turn into the low-temperature combustion gas 75, and flow out of the fuel preheater 2 here. Furthermore, the remaining combustion gas 75 flows into a steam generator 9, heats feed water 93, and generates a steam 91. The combustion gas 76 made to generate a steam 91 is emitted to atmospheric air from a chimney stack 21, after mixing with the combustion gas 75 from said fuel preheater 2. Moreover, as above-mentioned, the fuel 101 which it preheated is mixed and the steam 91 generated with the steam generator 9 is used for fuel refining in a fuel electrode 31.
[0032] As mentioned above, although one example of this invention was described, the generation efficiency in this example is 70%, and the breakdowns of an output are SOFC73% and gas turbine 27%. This generation efficiency is improving 5% as compared with the thing of the conventional generation-of-electrical-energy system mentioned above. namely, the thing for which the steam turbine currently used for the conventional generation-of-electrical-energy system is abolished -- moreover, although the heat loss which the heat loss from a capacitor is lost and is emitted to atmospheric air by the combustion gas 76 increases, since recovery heat increases by improvement in the temperature efficiency of the air side regenerated heat exchanger 51 and the amount of generations of electrical energy by the gas turbine 81 increases, generation efficiency is improving as above-mentioned in spite of the increment in the heat loss by being emitted to atmospheric air. That is, bottoming cycle efficiency rises from a system conventionally by making only a playback gas turbine cycle into the bottoming cycle of a fuel cell.
[0033] This is clear from the heat input of the bottoming cycle shown below, an output, and cycle efficiency. System Heat input Output Bottoming cycle efficiency The conventional system 60939kcal/s 15311 kcal/s 25.1% This example system 59071 kcal/s 19378kcal/s The reinforcement of the fuel cell 3 can be carried out without a big temperature gradient occurring in a fuel cell 3 again according to this example, 32.8%, since a fuel 101 is heated by the fuel side regenerated heat exchanger 35 and it flows into a fuel cell 3 at 976 degrees C near the operating temperature of a fuel cell 3.
[0034]
[Effect of the Invention] Since according to the fuel cell / the gas turbine combined cycle power generation system of this invention the temperature efficiency of an air side regenerated heat exchanger is raised and heat recovery can be carried out by the configuration shown in a claim as stated above, the generation efficiency of a gas turbine improves. Even if this does not perform the generation of electrical energy by the steam turbine currently used conventionally, the effectiveness of a bottoming cycle can improve compared with a system conventionally, and can raise the generation efficiency as the whole system.
[0035] And the various nonconformities by steam turbine activity can be solved, and it can consider as a generation-of-electrical-energy system with low cost that there are few devices.
[0036] Moreover, since the fuel supplied to a fuel cell can be preheated to near the operating temperature and it can be made an elevated temperature by adoption of a fuel side regenerated heat exchanger, the temperature gradient in a fuel cell can be eased and the various nonconformities which accompany this can be canceled.

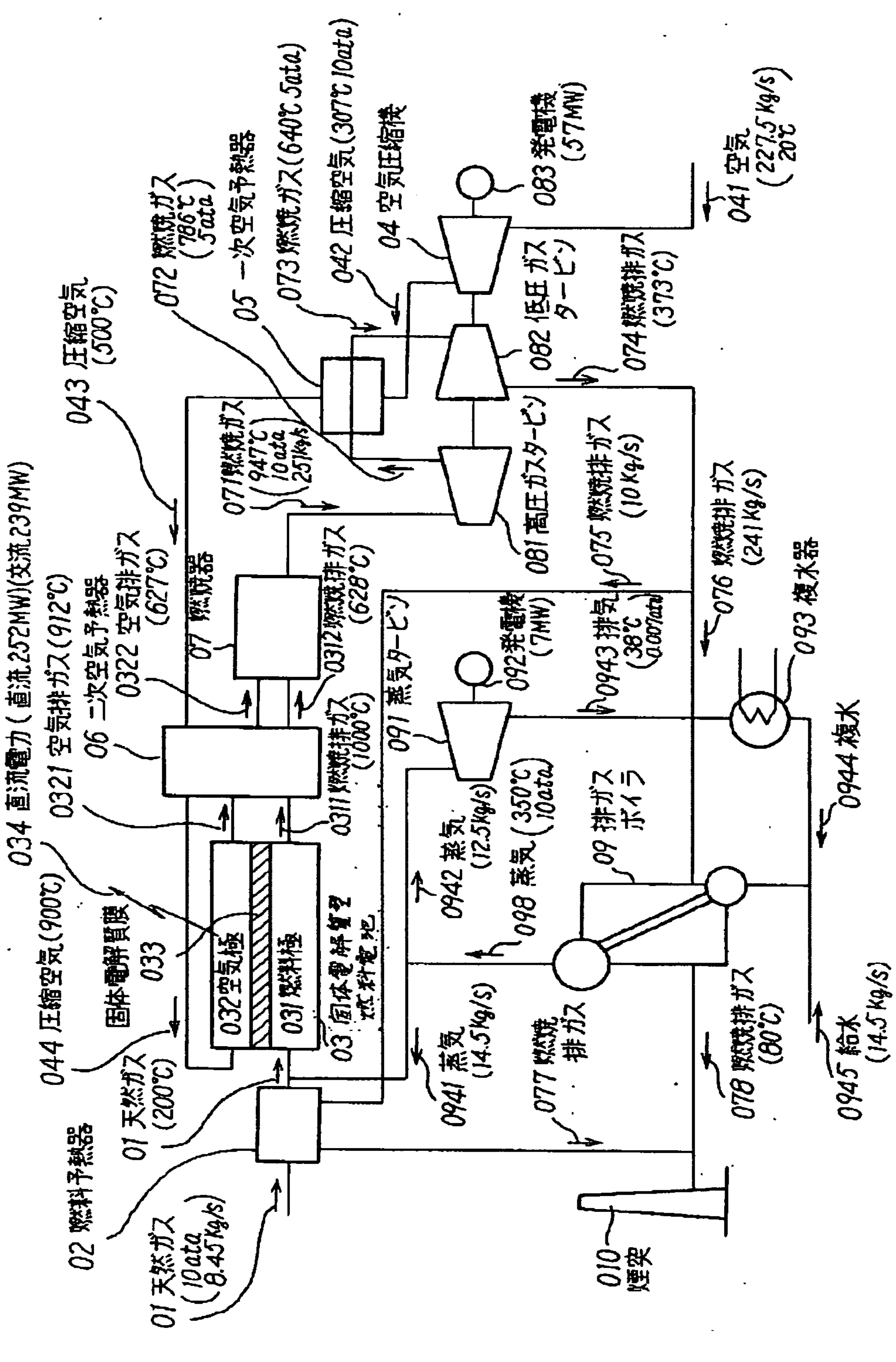
[Translation done.]

DRAWINGS

[Drawing 1]


3 固体電解質型燃料電池
34 直流電力（直流 231MW
（交流 219MW）
33 固体電解質膜
32 空気極
31 燃料極
321 空気排ガス（844°C）
311 燃料排ガス（500°C）
35 燃料側再生熱交換器
燃焼排ガス（431°C
91kg/s）
43 加圧空気（560°C）
51 空気側再生熱交換器
73 燃焼排ガス（431°C）
42 加圧空気（353°C 10ata）
4 空気圧縮機
41 空気（20°C
175kg/s）
7 燃焼器
71 燃焼ガス（1098°C
192kg/s）
72 燃焼排ガス（583°C）
81 ガスタービン
発電機（81MW）83
75 燃焼排ガス（431°C
182.9kg/s）
93 給水
（13.5kg/s）
74 燃焼排ガス
91 蒸気（200°C 10ata 13.5kg/s）
9 蒸気発生器
77 燃焼排ガス
（289°C）
76 燃焼排ガス
（80°C）
102 天然ガス
（976°C）
101 天然ガス
（200°C）
2 燃料予熱器
1 天然ガス
（7.9kg/s
10ata）
10 煙突

[Drawing 2]



[Translation done.]